# FIŞA DISCIPLINEI

1. **Date despre program**

| | |
|---|---|
| Facultatea | Facultatea de Inginerie Electrică şi Ştiinţa Calculatoarelor |
| Departamentul | Calculatoare |
| Domeniul de studii | Calculatoare și tehnologia informației |
| Ciclul de studii | Masterat |
| Programul de studii | Știința și Ingineria Calculatoarelor |

2. **Date despre disciplină**

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| Denumirea disciplinei | **ALGORITMI AVANSAȚI, PROBABILISTICI ȘI TEHNICI METAEURISTICE ÎN INTELIGENȚA ARTIFICIALĂ** | | | | |
| Anul de studiu | 1 | Semestrul | 1 | Tipul de evaluare | Examen |
| Regimul disciplinei | Categoria formativă a disciplinei<br>DF - fundamentală, DS - de specializare, DC – complementară | | | | DF |
| | Categoria de opționalitate a disciplinei:<br>DOB – obligatorie, DOP – opțională, DFA - facultativă | | | | DOB |

3. **Timpul total estimat** (ore alocate activităţilor didactice)

| | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| I a) Număr de ore, pe săptămână | 3 | Curs | 2 | Seminar | - | Laborator/lucrări practice | Laborator | 1 | Proiect | - |
| I b) Totalul de ore (pe semestru) din planul de învăţământ | 42 | Curs | 28 | Seminar | - | Laborator/lucrări practice | Laborator | 14 | Proiect | - |

| Distribuția fondului de timp pe semestru | Nr. ore |
|---|---|
| II. Studiu individual | 80 |
| III. Examinări | 3 |
| IV. Alte activități (precizați): | 0 |

| | |
|---|---|
| Total ore studiu individual (II+III) | 83 |
| Total ore pe semestru (I.b+II+III+IV) | 125 |
| Numărul de credite | 5 |

4. **Competenţe specifice acumulate**

| | |
|---|---|
| Competenţe transversale | CT1. Lucrează în echipe |
| Competențe profesionale | CP1. Efectuează cercetare științifică<br>CP2. Analizează grupuri masive de date<br>CP5. Asigură managementul de proiect<br>CP8. Dezvoltă aplicații de procesare de date |

5. **Rezultatele învățării**

| Cunoştinţe | Aptitudini | Responsabilitate şi autonomie |
|---|---|---|
| Studentul/absolventul va fi capabil să analizeze cadrul metodologic al cercetării inginerești și aplicarea sa în dezvoltarea de soluții inovatoare privind algoritmi avansați, probabilistici și tehnici metaeuristice. | Studentul/absolventul utilizează în rezolvarea problemelor de cercetare teorii, modele şi instrumente specifice privind algoritmii avansaţi (probabilistici, metaeuristici) şi poate redacta documentaţia tehnică cu respectarea aspectelor de etică şi cercetare documentată. | Studentul/absolventul va demonstra capacitatea de a-și asuma responsabilitatea pentru a contribui la revizuirea performanţei strategice a echipelor în abordarea multi-disciplinară a proiectelor. |

6. **Obiectivele disciplinei** (reieşind din grila competenţelor specifice acumulate)

| | |
|---|---|
| Obiectivul general al disciplinei | Familiarizarea cu algoritmi avansați reprezentând abordări metaeuristice și probabilistice necesare pentru dezvoltarea de aplicații software moderne de procesare de date, inclusiv explorarea eficientă a spațiilor largi de căutare a soluțiilor și analiza grupurilor mari de date în vederea operării cu concepte și metode științifice avansate din domeniul calculatoarelor și tehnologiei informației. Lucrul în echipă și managementul de proiect pentru implementarea algoritmilor avansați în cadrul aplicațiilor practice. |

| | |
|---|---|
| | - Însușirea tehnicilor algoritmice metaeuristice pentru rezolvarea eficientă a problemelor prin explorarea spațiului soluțiilor potențiale.<br>- Rezolvarea problemelor folosind metode algoritmice de simulare a proceselor fizice, biologice, genetice și folosirea conceptelor specifice inteligenței colective.<br>- Însușirea tehnicilor de reprezentare și regăsire eficientă a informației folosind algoritmi probabilistici pentru diverse aplicații practice. |

7. **Conținutul predării și învățării**

| **Curs** | **Nr. ore** | **Metode de predare** | **Observații** |
|---|---|---|---|
| **1. Algoritmi euristici și metaeuristici: introducere**<br>1.1. Introducere. Motivarea utilizării algoritmilor euristici și metaeuristici, în contextul inteligenței artificiale, pentru rezolvarea eficientă a problemelor și dezvoltarea de aplicații software performante.<br>1.2. Explorarea spaţiului stărilor unei probleme. Tipuri de explorări: informate, neinformate, tentative, irevocabile.<br>1.3. Algoritmul de explorare Hill-Climbing. | 2 | Expunerea, prelegerea, conversația, exemplificarea, demonstraţia | |
| **2. Algoritmi euristici și metaeuristici: explorare probabilistică**<br>2.1. Algoritmul Simulated Annealing.<br>2.2. Studiu de caz privind rezolvarea problemei așezării reginelor pe tabla de șah (N-Queens). Reformularea rezolvării dintr-o abordare combinatorială, bazată pe căutare exhaustivă, într-o abordare constând în explorarea inteligentă a spațiului soluțiilor. Discuții privind performanțele diverselor tipuri de explorare. | 2 | | |
| **3. Algoritmi metaeuristici bazați pe populații: ACO**<br>3.1. Principiile inteligenţei colective.<br>3.2. Algoritmi de tip colonii de furnici (ACO).<br>3.3. Studiu de caz: aplicarea ACO în selecția caracteristicilor pentru modele de învățare automată (ML). | 3 | | |
| **4. Algoritmi metaeuristici bazați pe populații: ABC**<br>4.1. Algoritmi de tip colonii de albine (ABC).<br>4.2. Exemplu practic și discuții. | 3 | | |
| **5. Algoritmi metaeuristici bazați pe populații: GA**<br>5.1. Principiile evoluției naturale.<br>5.2. Algoritmi genetici (GA). Exemplu practic.<br>5.3. Teorema „No free lunch” în căutare şi optimizare.<br>5.4. Studiu de caz privind rezolvarea problemei comis-voiajorului (TSP) folosind algoritmi meta-euristici. Realizarea de comparații și discuții privind performanțele algoritmilor prezentați.<br>5.5. Studiu de caz privind utilizarea GA pentru optimizarea arhitecturii unei rețele neuronale de tip perceptron multistrat (MLP). | 4 | | |
| **6. Algoritmi aleatori: introducere**<br>6.1. Noţiuni introductive privind algoritmii aleatori.<br>6.2. Variantă aleatoare a algoritmului de sortare rapidă. Studiu comparativ privind performanţele sortării rapide şi analiza complexităţii temporale. | 2 | | |
| **7. Algoritmi aleatori Las Vegas**<br>7.1. Principii de rezolvare și implementare.<br>7.2. Probleme exemplu: regăsirea elementelor unei mulțimi cu o anumită frecvență de apariție.<br>7.3. Studiul probabilistic al șanselor de identificare a soluției. Complexitatea algoritmilor Las Vegas. | 4 | | |
| **8. Algoritmi aleatori Monte Carlo**<br>8.1. Principii de rezolvare și implementare. | 4 | | |

| | | | |
|---|---|---|---|
| 8.2. Exemple de probleme: lucrul cu numere prime mari, algoritmul de testare a primalității Fermat și Miller-Rabin.<br>8.3. Studiu probabilistic privind exactitatea soluţiei. Complexitatea algoritmilor Monte Carlo. | | | |
| **9. Structuri de date probabilistice**<br>9.1. Filtrul Bloom. Principiul de funcționare. Realizarea de conexiuni cu alte structuri de date. Analiza probabilistică a riscului de detecție falsă.<br>9.2. Studiu comparativ privind performanța diverselor soluții algoritmice și structuri de date pentru problema căutării. Analiza complexității teoretice a diverselor abordări algoritmice.<br>9.3. Variante ale filtrului Bloom. | 4 | | |

**Bibliografie minimală recomandată**


1. Nilanjan Dey (Ed.). 2024. *Applications of Ant Colony Optimization and its Variants: Case Studies and New Developments*. Springer Tracts in Nature-Inspired Computing, Springer
2. Marco Dorigo, Thomas Stutzle. 2004. *Ant Colony Optimization*, MIT Press
3. Ke-Lin Du, M.N.S. Swamy. 2016. *Search and Optimization by Metaheuristics: Techniques and Algorithms Inspired by Nature*, 1st Ed., Birkhauser
4. Ronald T. Kneusel. 2024. *The Art of Randomness: Randomized Algorithms in the Real World*. No Starch Press
5. Michael Mitzenmacher, Eli Upfal. 2017. *Probability and Computing: Randomization and Probabilistic Techniques in Algorithms and Data Analysis*, 2nd Ed. Cambridge University Press
6. Proceedings of the International Conference on Swarm Intelligence (ANTS), https://iridia.ulb.ac.be/ants
7. Chun-Wei Tsai, Ming-Chao Chiang. 2023. *Handbook of Metaheuristic Algorithms: From Fundamental Theories to Advanced Applications (Uncertainty, Computational Techniques, and Decision Intelligence)*. Academic Press
8. Radu-Daniel Vatavu, Lisa Anthony, Jacob O. Wobbrock. 2018. $Q: A super-quick, articulation-invariant stroke-gesture recognizer for low-resource devices. In *Proceedings of the 20th International Conference on Human-Computer Interaction with Mobile Devices and Services (MobileHCI '18)*. ACM, New York, NY, USA
9. Xin-She Yang. 2020. *Nature-Inspired Optimization Algorithms*, 2nd Ed., Academic Press


| **Aplicații (Seminar/laborator/lucrări practice/proiect)** | **Nr. ore** | **Metode de predare** | **Observaţii** |
|---|---|---|---|
| 1. Activitate introductivă privind dezvoltarea aplicațiilor software folosind algoritmi metaeuristici și probabilistici. Revizitarea noțiunilor și aspectelor practice privind procesarea eficientă a datelor din perspectiva complexității algoritmice. Exemple de probleme practice. | 2 | Lucrări practice, experimentul, conversația, studiul de caz | |
| 2. Algoritmul Hill-Climbing, aspecte introductive privind explorarea spațiului soluțiilor potențiale ale unei probleme. | 2 | | |
| 3. Algoritmii Hill-Climbing și Simulated Annealing, studiu comparativ. Aplicație practică privind rezolvarea eficientă a problemei așezării reginelor pe tabla de șah. | 2 | | |
| 4. Algoritmi de tip colonii de furnici (ACO). Rezolvarea eficientă a problemei comis-voiajorului folosind algoritmi ACO. Activitate pregătitoare privind inițierea proiectelor, formarea echipelor și stabilirea planului de lucru. | 2 | | |
| 5. Algoritmi Las Vegas | 2 | | |
| 6. Algoritmi Monte Carlo | 2 | | |
| 7. Susținerea și evaluarea proiectelor realizate în echipă | 2 | Demonstrația | |

Prezența la activitățile obligatorii este reglementată de "Regulamentul cadru privind evaluarea studenţilor". Recuperarea activităților aplicative obligatorii programate pe parcursul semestrului se face în conformitate cu precizările acestui regulament. De asemenea, în conformitate cu prevederile regulamentului sus-menționat, activitățile aplicative programate pe parcursul semestrului pot fi echivalate cu realizarea și susținerea de proiecte de complexitate ridicată din tematica disciplinei, cu acordul cadrului didactic titular.

**Bibliografie minimală recomandată**


1. Nilanjan Dey (Ed.). 2024. *Applications of Ant Colony Optimization and its Variants: Case Studies and New Developments*. Springer Tracts in Nature-Inspired Computing, Springer
2. Marco Dorigo, Thomas Stutzle. 2004. *Ant Colony Optimization*, MIT Press
3. Ke-Lin Du, M.N.S. Swamy. 2016. *Search and Optimization by Metaheuristics: Techniques and Algorithms Inspired by Nature*, 1st Ed., Birkhauser
4. Ronald T. Kneusel. 2024. *The Art of Randomness: Randomized Algorithms in the Real World*. No Starch Press

5. Michael Mitzenmacher, Eli Upfal. 2017. *Probability and Computing: Randomization and Probabilistic Techniques in Algorithms and Data Analysis*, 2nd Ed. Cambridge University Press
6. Proceedings of the International Conference on Swarm Intelligence (ANTS), https://iridia.ulb.ac.be/ants
7. Chun-Wei Tsai, Ming-Chao Chiang. 2023. *Handbook of Metaheuristic Algorithms: From Fundamental Theories to Advanced Applications (Uncertainty, Computational Techniques, and Decision Intelligence)*. Academic Press
8. Radu-Daniel Vatavu, Lisa Anthony, Jacob O. Wobbrock. 2018. $Q: A super-quick, articulation-invariant stroke-gesture recognizer for low-resource devices. In *Proceedings of the 20th International Conference on Human-Computer Interaction with Mobile Devices and Services (MobileHCI '18)*. ACM, New York, NY, USA
9. Xin-She Yang. 2020. *Nature-Inspired Optimization Algorithms*, 2nd Ed., Academic Press

8. **Evaluare**

| **Tip activitate** | **Criterii de evaluare** | **Metode de evaluare** | **Pondere din nota finală** |
|---|---|---|---|
| Evaluare finală | Înțelegerea corectă și analiza critică a conceptelor specifice algoritmilor metaeuristici și probabilistici. Aplicarea corectă a metodelor de proiectare a algoritmilor metaeuristici și probabilistici pentru rezolvarea eficientă a diverselor probleme. Gradul de însușire a metodelor de cercetare științifică pentru proiectarea de aplicații folosind algoritmi metaeuristici și probabilistici. | Probă mixtă, alcătuită din test docimologic și test practic pe calculator (rezolvarea unei probleme de natură algoritmică), urmate de verificarea orală. | 50% |
| Evaluare pe parcurs | Corectitudinea rezolvării de probleme algoritmice și a implementării acestora într-un limbaj de programare sub forma unui proiect realizat în echipă. Calitatea managementului proiectului și a colaborării în cadrul unei echipe. Participarea activă la activitățile disciplinei. Asumarea responsabilității pentru deciziile și rezultatele propriei activități, inclusiv privind folosirea instrumentelor de inteligență artificială. Activitatea pe parcurs poate fi echivalată total sau parțial în situații excepționale, la cererea studentului și cu acordul cadrului didactic titular, prin realizarea și susținerea de proiecte de complexitate ridicată din tematica disciplinei. | Evaluarea proiectului, observația sistematică. | 50% |

Fișa disciplinei include, dacă este cazul, elemente adaptate persoanelor cu dizabilități, în funcție de tipul și gradul acestora.

| Data completării | Grad didactic, nume, prenume, semnătura titularului de curs | Grad didactic, nume, prenume, semnătura titularului de aplicație |
|---|---|---|
| 23.09.2026 | Prof. univ. dr. ing. Radu-Daniel VATAVU | Șef lucrări dr. ing. Ionela RUSU |

| Data avizării | Grad didactic, nume, prenume, semnătura responsabilului de program |
|---|---|
| 24.09.2026 | Prof. dr. ing. Stefan-Gheorghe PENTIUC |

| Data avizării în departament | Grad didactic, nume, prenume, semnătura directorului de departament |
|---|---|
| 24.09.2026 | Prof. dr. ing. Ovidiu-Andrei SCHIPOR |

| Data aprobării în consiliul facultății | Grad didactic, nume, prenume, semnătura decanului |
|---|---|
| 25.09.2026 | Prof. dr. ing. Laurentiu- Dan MILICI |